

PAT-NO: JP357079725A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 57079725 A
TITLE: DIGITAL FILTER

PUBN-DATE: May 19, 1982

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KASUGA, MASAO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
VICTOR CO OF JAPAN LTD	N/A

APPL-NO: JP55154872

APPL-DATE: November 4, 1980

INT-CL (IPC): H03H017/02

Shunon

US-CL-CURRENT: 333/203

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable to reduce the production of operation error remarkably, with lower order of digital filters, by the series connection between a definite impulse response digital filter and an infinite impulse response digital filter.

CONSTITUTION: An input signal incoming to an input terminal 2 is applied to a low-pass filter 1 consisting of series connection of a definite impulse response (FIR) digital filter 3 and an infinite impulse response (IIR) 4. The FIR digital filter 3 has an amplitude characteristic canceling a peak around the roll off frequency of the amplitude characteristics of the IIR digital filter 4 and the IIR digital filter 4 has a straight line phase characteristic at pass band.

COPYRIGHT: (C)1982, JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-79725

⑬ Int. Cl.³
H 03 H 17/02

識別記号

庁内整理番号
8124-5 J

⑭ 公開 昭和57年(1982)5月19日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑮ デジタルフィルタ

⑯ 特 願 昭55-154872
⑰ 出 願 昭55(1980)11月4日
⑱ 発 明 者 春日正男

横浜市神奈川区守屋町3丁目12

番地日本ビクター株式会社内

⑲ 出 願 人 日本ビクター株式会社
横浜市神奈川区守屋町3丁目12
番地

⑳ 代 理 人 弁理士 伊東忠彦

明 細 書

1. 発明の名称

デジタルフィルタ

2. 特許請求の範囲

入力信号を供給される少なくとも一つの有限レスポンスデジタルフィルタと該有限レスポンスデジタルフィルタの出力信号を入力信号とする少なくとも一つの無限レスポンスデジタルフィルタとの直列接続より成り、該有限レスポンスデジタルフィルタは後続する該無限レスポンスデジタルフィルタの振幅特性におけるロールオフ周波数附近でのピークを打ち消す振幅特性を有し、該無限レスポンスデジタルフィルタは通過域で直線位相特性を有することを特徴とするデジタルフィルタ。

3. 発明の詳細な説明

本発明はデジタルフィルタに係り、低フィルタ次数で構成でき、かつ記録された信号の標本化周波数より低い標本化周波数で信号を再生する際に位相ひずみ及び折り返しひずみを除去しうるデジタルフィルタを提供することを目的とする。

一般に、ランダムアクセスメモリ (RAM) 又はテープ等に記録された第1図に示されているような信号を、記録時の標本化周波数より低い標本化周波数 (記録時の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 程度) で読み出す場合、下記(1)式の差分方程式によつて表わされる無限インパルスレスポンス (IIR) デジタルフィルタによつて行う。

$$Y_n = a_0 X_n + a_1 X_{n-1} + a_2 X_{n-2} - b_1 Y_{n-1} - b_2 Y_{n-2} \quad (1)$$

(ただし n は整数)

上記(1)式中、 X_n は、信号 $X(t)$ (t は時間を示す) を時間 T 間隔で標本化して得られる時刻 nT における入力デジタル信号、 Y_n は時刻 nT における出力デジタル信号、そして $a_0 \sim a_2$ 、 b_1 、 b_2 は夫々係数である。

上記 IIR デジタルフィルタは、第1図 A に示す如き振幅特性を有する。このような IIR デジタルフィルタにおいて、出力信号を間引き処理する場合、標本値を M (M は整数) 個ごとに取り出す時に結果としては $\frac{1}{M}$ 倍の出力を必要としていた。

従つて、例えばMが「10」とすると、上記IIRデジタルフィルタを使用する場合、IIRデジタルフィルタを要する伝達関数として分母分子共に「5(次)×10=50(次)」の伝達関数を必要とする。

一方、有限インパルスレスポンス(IIR)デジタルフィルタにより上記IIRデジタルフィルタと同様な動作を行う場合、100次程度の伝達関数を必要とする。この場合、信号性能は12ビット程度、信号帯域は15kHz程度であるが、この仕様がさらに厳密に適用されると上記FIRデジタルフィルタの伝達関数の次数は大幅に増加し、フィルタの設計も難しくなり、更に演算誤差の発生や装置の大きさ等に影響を与える。

よつて従来のデジタルフィルタは、次数が多く、これにより演算誤差が多く装置の小型化が困難であるという欠点があつた。

本発明は上記の諸欠点を除去したものであり、第2図以下と共にその一実施例につき説明する。

第2図は本発明になるデジタルフィルタの一実

施例のブロック系統図を示す。第2図において、入力端子2には入力信号が入来し、低域フィルタ1に供給される。この低域フィルタ1は、有限インパルスレスポンス(FIR)デジタルフィルタ3と無限インパルスレスポンス(IIR)デジタルフィルタ4とが夫々直列接続された構成とされている。

FIRデジタルフィルタ3は通常、非巡回形デジタルフィルタであり、下記差分方程式(2)によつて表わされる。

$$y_n = \sum_{i=0}^{N-1} a_i \cdot x_{n-i} \quad (2)$$

上記(2)式中、Nはフィルタ次数、そして a_i は係数である。このFIRデジタルフィルタ3の周波数特性は第4図中破線Ⅰで示されている如く、通過域の端の周波数 F_p は第1の標本化周波数 f_1 の半分に相当する周波数 $\frac{f_1}{2}$ よりも低く、かつ減衰域の端の周波数 F_s は周波数 $\frac{f_1}{2}$ よりもやや高いものに決定された低域通過特性を示す。

IIRデジタルフィルタ4としては、本出願人

が先に特願昭55-23672号にて提案したデジタル等化器を用いる。この場合、上記デジタル等化器の周波数特性は第4図中実線Ⅱで示す如く、通過域の端が周波数 F_p にあり、減衰域の端が周波数 $\frac{f_1}{2}$ よりわずかに低い周波数 F_s 。(ただし $F_s > F_p$)にあるようにする。上記提案のデジタル等化器の構成の説明は、本願においては省略する。

一般に、IIRデジタルフィルタ4は巡回形デジタルフィルタであり、その差分方程式は次式で表わせる。

$$p_n = a_0 y_n + a_1 y_{n-1} + a_2 y_{n-2} - b_1 p_{n-1} - b_2 p_{n-2} \quad (3)$$

上記(3)式中、 p_n は時刻 nT における出力デジタル信号、 y_n は時刻 nT における入力デジタル信号、 $a_0 \sim a_2$ 、 b_1 、 b_2 は夫々係数である。

本実施例では、(3)式よりIIRデジタルフィルタ4のz領域での伝達関数 $H(z^{-1})$ を下記の如く求める。

$$H(z^{-1}) = a_0 \frac{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}} \quad (4)$$

ここで第5図に示すように、入力信号を周波数 f_1 の標本化周波数で標本化された信号に変換する場合、 f_s を(4)式の伝達関数で表わされるデジタルフィルタとすると、 f_1 と f_s との関係は下記(5)式で表わせる。

$$f_s = 2kf_1 \quad (\text{ただし } k \text{ は整数}) \quad (5)$$

上記(4)式の「 z^{-1} 」を「 z^{-k} 」で置き換えると、

$$H(z^{-k}) = a_0 \frac{1 + a_1 z^{-k} + a_2 z^{-2k}}{1 + b_1 z^{-k} + b_2 z^{-2k}} \quad (6)$$

となる。次に上記(4)式を差分方程式の形で書き改めると

$$p_n = a_0 y_n + a_1 y_{n-k} + a_2 y_{n-2k} - b_1 y_{n-k} - b_2 y_{n-2k} \quad (7)$$

となる。

上記(7)式によつて表わされるIIRデジタルフィルタ4は、見掛け上フィルタ次数が「2」であるが、(5)式の関係であるので実際には(7)式を2倍することになり、実質上IIRデジタルフィルタ4のフィルタ次数は「4」である。

また、上記(7)式によつて表わされるデジタルフィルタ1は、式が示す如く、K個ごとに入出力を標本値として使用することになり、 f_s と f_1 との関係が(5)式の場合、例えば第3図の可変スピード再生装置におけるMの値を「10」とした時、分母分子の次数は「 2×5 (次) = 10 (次)」となる。ところが、IIRデジタルフィルタ4の周波数特性は、第5図のaで示されている様に、折返しを有するので、この不要な折返し周波数成分を予めFIRデジタルフィルタ3にて除去しておく必要がある。これを行うには、一般的に20次程度のフィルタ次数を有するFIRデジタルフィルタを用意すれば十分なので、実質上FIRデジタルフィルタ3のフィルタ次数は「 $\frac{20}{10}$ (次数) = 2 (次)」となる。従つて、デジタルフィルタ1のフィルタ次数は、FIRデジタルフィルタ3とIIRデジタルフィルタ4のフィルタ次数を合わせて計算するので、「2 (次) + 4 (次) = 6 (次)」となる。

デジタルフィルタ1のフィルタ次数は、前記従来例のフィルタ次数と比較した場合、 $\frac{1}{10}$ 程度ま

でフィルタ次数が減少しているの、以上の例からも明らかな如く、Mの値が大きいほど本発明になるデジタルフィルタのフィルタ次数の減少率が高くなる。

ところで、 f_s と f_1 との関係が(5)式に示す如く偶数関係でない場合、

$$2f_s = 2kf_1 \quad - (8)$$

または

$$f_s = 3kf_1 \quad - (9)$$

として上記の方法でデジタルフィルタのフィルタ次数を求めることができる。上記(9)式の関係とした場合、第2図におけるMの値を「10」とした時、上記分母分子の次数は「 3×5 (次) = 15 (次)」となるが、上述の如くFIRデジタルフィルタ3と組み合わせると、デジタルフィルタ1のフィルタ次数は6次となる。

また、IIRデジタルフィルタ4において位相特性を直線としたい場合は、第6図に示されている如く、通過域の共振点をもたせ、共振特性をFIRで除去するといった設計方法をとることによ

り、全体としての通過域を直線位相とすることができる。

上述の如く得られる、FIRデジタルフィルタ3とIIRデジタルフィルタ4より成るデジタルフィルタ1の総合周波数特性は第7図の実線で示す如き特性となる。

また、FIR及びIIRデジタルフィルタ3及び4を、夫々2つ以上直列接続して上記と同様な特性を得る様にしてもよい。

上述の如く、本発明になるデジタルフィルタは、入力信号を供給される少なくとも一つの有限レスポンスデジタルフィルタ(FIR)とこの有限レスポンスデジタルフィルタの出力信号を入力信号とする少なくとも一つの無限レスポンスデジタルフィルタ(IIR)との直列接続より成り、前記有限レスポンスデジタルフィルタは後続する前記無限レスポンスデジタルフィルタの振幅特性におけるロールオフ周波数附近でのピークを打ち消す振幅特性を有し、前記無限レスポンスデジタルフィルタは通過域で直線位相特性を有する構成としてい

るので、デジタルフィルタの次数が従来のものと比べて低く、フィルタの設計も容易に行なえ、演算誤差の発生も大幅に低減でき、また装置も従来の比べて小型化しうると共に、記録された信号の標本化周波数より低い周波数で信号を再生する際に位相ひずみ及び折り返しひずみを除去しうる等の特長を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は可変デジタルフィルタによるスペクトラム図、第2図は可変スピード再生装置のブロック系統図、第3図は本発明になるデジタルフィルタの一実施例を示すブロック系統図、第4図はFIRデジタルフィルタ及びデジタル等化器の周波数特性を示す周波数特性図、第5図はIIRデジタルフィルタの周波数特性図、第6図(A)、(B)は夫々IIRデジタルフィルタの位相特性及び周波数特性図、第7図はデジタルフィルタの総合周波数特性図である。

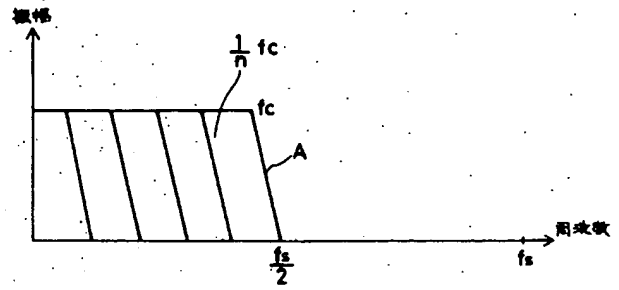
1...デジタルフィルタ、2...入力信号、3...FIRデジタルフィルタ、4...IIRデジ

タルフィルタ、5・・・出力信号、6・・・入力信号、
7・・・低域デジタルフィルタ、8・・・フィルタ出
力信号、9・・・間引き器。

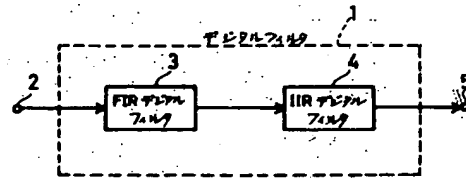
特許出願人 日本ビクター株式会社
代理人 弁理士 伊 東 忠 彦
同 弁理士 島 田 登



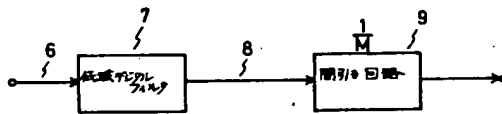
第 1 図



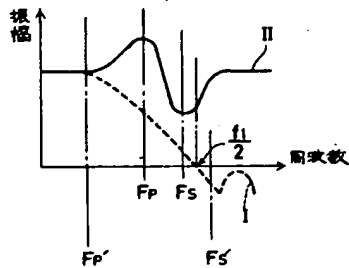
第 2 図



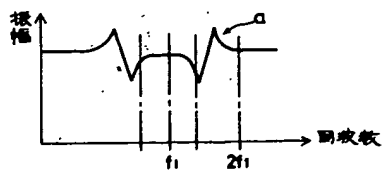
第 3 図



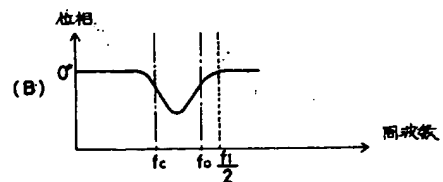
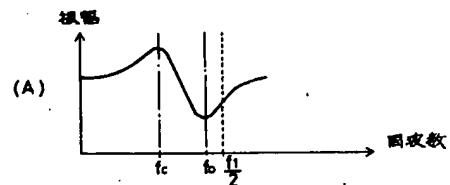
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

